Aus dem physiologischen Institut der Universität München
(Direktor: Prof. Dr. Broemser).

Der Quotient $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Pulsdauer}}$ als Funktion des Blutdruckes und der Druckamplitude unter Adrenalinwirkung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer hohen medizinischen Fakultät

der

Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität in München

vorgelegt von

Karl Heinz Springer

aus Miëchowitz.

Kallmünz
Buchdruckerei Michael Laßleben
1937.

Referent: Priv. Doz. Dr. Karl Wezler.

Correferent: Prof. Dr. Broemser.

Tag der mündl. Prüfung: 28. I. 37.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der mediz. Fakultät der Universität München.

Für die Erforschung der Dynamik des Herzens unter normalen Kreislaufbedingungen und unter dem Einfluß der Herznerven, wie für die weitere Analyse der Kreislaufregulation, insbesondere der, über die „Blutdruckzügler" (1. 2.) verlaufenden nervösen Regulationen, ist die Messung des Verhältnisses der verschiedenen Phasen der Herztätigkeit und seiner Veränderungen unter bestimmten Einwirkungen, wie beispielsweise unter Vagus-, oder Acceleransreizen von gewisser Bedeutung. Es ist in diesem Zusammenhange von Interesse, daß nach W. R. Heß (3.) der charakteristische Vaguseffekt am Herzen darin besteht, daß „sich die systolische Spannung träger entwickelt, eine geringere Höhe erreicht und früher abbricht".

K. Wezler (4.) und A. Böger (5.) haben gefunden, daß der Quotient $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ in der Pubertätszeit gleichzeitig mit der Pulsfrequenz ein Minimum hat. Demnach scheint in diesen Jahren die Wirkung des Vagus auf das Herz zu überwiegen und das Herz unter Vaguseinfluß gewissermaßen in „Schongang" (H. Rein 6.) zu arbeiten und für Dauerleistungen besonders befähigt zu sein.

K. Wezler (7.) hat die Veränderungen des Verhältnisses $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ unter Kältereizen untersucht. Im Verfolg dieser Untersuchungen ergaben sich gewisse neuartige Ausblicke auf den Mechanismus der druckbedingten Regulationen im Kreislauf.

Um hier zunächst weiteres Tatsachenmaterial für eine zusammenfassende Betrachtungsweise zu sammeln, sollte der Quotient $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ an einem größeren, bereits vorliegendem Material von Pulsversuchen gemessen werden. In diesem Zusammenhange insbesondere die Veränderung dieses Quotienten unter dem Einfluß von Adrenalin- und Sympatolgaben. Da in diesen Versuchen gleichzeitig der Blutdruck nach Korotkoff gemessen wurde und die Wellengeschwindigkeit im arteriellen Rohr der Aorta und der Iliaca aus den Kurven errechnet werden konnte, ergab sich gleichzeitig die Möglichkeit, die Abhängigkeit des Quotienten $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ von der Pulswellengeschwindigkeit, beziehungsweise vom Blutdruck, sowie von der Blutdruckamplitude unter Adrenalineinwirkung zu untersuchen. Es erschien möglich, aus den Ergebnissen Anhaltspunkte

für die Entscheidung der Frage zu gewinnen, wieweit die Veränderungen des Verhältnisses $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ auf eine direkte Einwirkung des Adrenalins auf die Dynamik des Herzens zurückzuführen ist, oder andererseits durch die Änderung des Blutdruckes verursacht ist, die mit der Adrenalin-, beziehungsweise Sympatolinjektion verbunden ist.

An 4 Versuchen mit insgesamt 40 Aufnahmen des Subclavia- und Femoralispulses wurden die zusammengehörenden Werte der Pulswellengeschwindigkeit in der Aorta, der Systolendauer und der Pulsdauer gemessen und der Quotient $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ für jeden Puls berechnet.

Die Registrierung des zentralen und peripheren Pulses wurde mittels des optischen Transmissionsphygmographen nach O. Frank, in der von K. Wezler 8. beschriebenen Methode ausgeführt.

Sämtliche Versuchspersonen nahmen horizontale Körperlage ein. Die Messungen wurden an photographischen Vergrößerungen der Originalkurven mit ordinatenrichtig aufkopiertem Millimeternetz vorgenommen. Die Pulsdauer wurde von Fußpunkt zu Fußpunkt zweier Pulse gemessen, die Systolendauer vom Fußpunkt der Kurve bis zum tiefsten Punkt der Incisur. Die noch im Bereich der Vorschwingungen des zentralen Pulses liegende isometrische Phase wurde nicht mitgemessen. Der dabei bedingte Fehler wurde jedoch dadurch kompensiert, daß als das Ende der Systole der tiefste Punkt der Klappenschlußstellung (Punkt 7 vergleiche Schema) gewählt wurde und nicht Punkt 6, der strenggenommen den Beginn der Diastole bezeichnet.

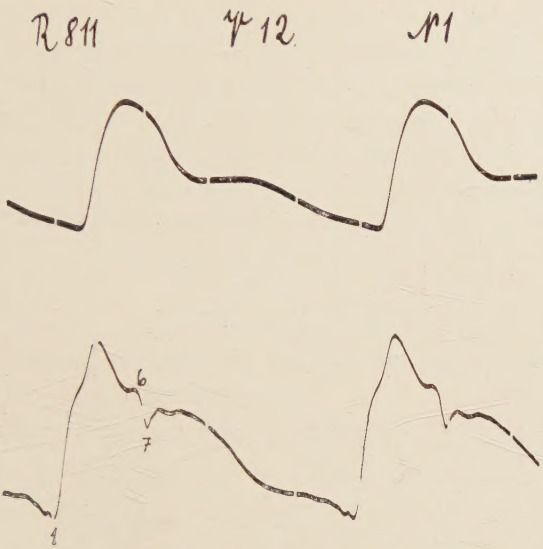


Abbildung 1. Gleichzeitige Aufnahme des Subclaviapulses (unten) und Femoralispulses (oben) am Menschen nach K. Wezler.

Die Pulswellengeschwindigkeit wurde in der von K. Wezler näher angegebenen Methode aus der Verspätung des peripheren Pulses gegenüber dem zentralen Puls, sowie aus der durch Projektion der Arterie auf die Körperoberfläche direkt gemessenen Arterienlänge bestimmt.

In 3 Versuchen wurden gesunden, erwachsenen jungen Männern 0,1 ccm einer Adrenalinlösung 1 : 1000 intravenös injiziert. In einem Versuche 0,06 ccm Sympatol intravenös. Der Versuchsverlauf gestaltete sich so, daß nach mindestens einer Normalaufnahme die Injektion vorgenommen wurde. Bei unveränderter Lage der Instrumente wurden dann in bestimmten zeitlichen Abständen (15+30 Sekunden, 1 Minute, 2 Minuten und so fort) weitere Aufnahmen angefertigt. Unmittelbar im Anschluß an jede Aufnahme, um störende Rückwirkungen während der Aufnahme zu vermeiden, wurde von einem Assistenten der Blutdruck nach Korotkoff gemessen.

In Tabelle 1 sind die gemessenen Werte eines besonders charakteristischen Adrenalinversuches zusammengestellt.

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
V. N.		a Aorta m/sec	Systole σ	Periode σ	Systole / Periode			R. R. mm Hg	p M mm Hg	Δ p mm Hg
113	2	4,98	289,2	845,5	0,342	Normal		114/66	90	48
	3	6,17	297,4	1147	0,259	20 Sek. Adren.		116/76	96	40
	4	7,38	220,0	1038	0,211	50 Sek. Adren.		148/80	114	68
	5	6,90	254,5	1088	0,233	$1^1/_4$ Min. „		138/76	107	62
	6	6,20	285,6	1086	0,263	$1^3/_4$ Min. „		136/68	102	68
	7	5,29	279	989	0,282	$2^1/_4$ Min. „		126/64	95	62
	8	5,03	286	949	0,301	$2^3/_4$ Min. „		116/64	90	52
	9	4,94	283,9	973,1	0,291	$3^1/_2$ Min. „		116/64	90	52
	10	5,02	285,6	975,9	0,292	6 Min. „		114/66	90	48

1 σ = 1/1000 Sekunde

Der Anstieg der Wellengeschwindigkeit nach der Adrenalininjektion ist aus Tabelle Spalte 2 zu ersehen. Spalte 3 zeigt die, mit dem Anstieg der Wellengeschwindigkeit verbundene Verkürzung der Systolendauer (vergleiche N 4 und N 5). Spalte 4 zeigt die Veränderung der Pulsdauer im Sinne einer Abnahme der Pulsfrequenz. Der Quotient $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$, der aus Spalte 5 zu ersehen ist, verkürzt sich deutlich mit zunehmender Wellengeschwindigkeit, beziehungsweise ansteigendem Blutdruck (vergleiche Spalten 8 und 9). Der Quotient hat sein Minimum bei dem höchsten Wert des mittleren Blutdrucks, beziehungsweise der höchsten Wellengeschwindigkeit (vergl. N 4). Der Rückgang zu den normalen Ausgangswerten ist nahezu vollständig. Besonders bemerkenswert erscheint die Feststellung, daß die niedrigsten Werte des Quotienten $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ mit den größten Werten der Blutdruckamplitude (vergl. Spalte 10) zusammenfallen.

Tabelle 2.

1	2	3	4	5		6	7	8
V. N.	a Aorta m/sec	Systole σ	Periode σ	Systole / Periode		R. R mm Hg	p. M. mm Hg	Δ p mm Hg
90.1	6,30	302,2	1228	0,240	Normal	118/88	103	30
3	7,36	311,8	1564	0,199	30 Sek. n. Sym	160/116	138	44
4	7,77	276,0	1451	0,190	1 Min. n. pa	206/124	165	82
5	8,22	290,1	1530	0,190	$1^3/_4$Min. n. tol	206/116	161	90
6	8,06	285,7	1573	0,182	$2^1/_2$Min. n. „	184/112	148	72
7	8,25	270,0	1535	0,176	$3^1/_2$Min. n. „	176/116	146	60

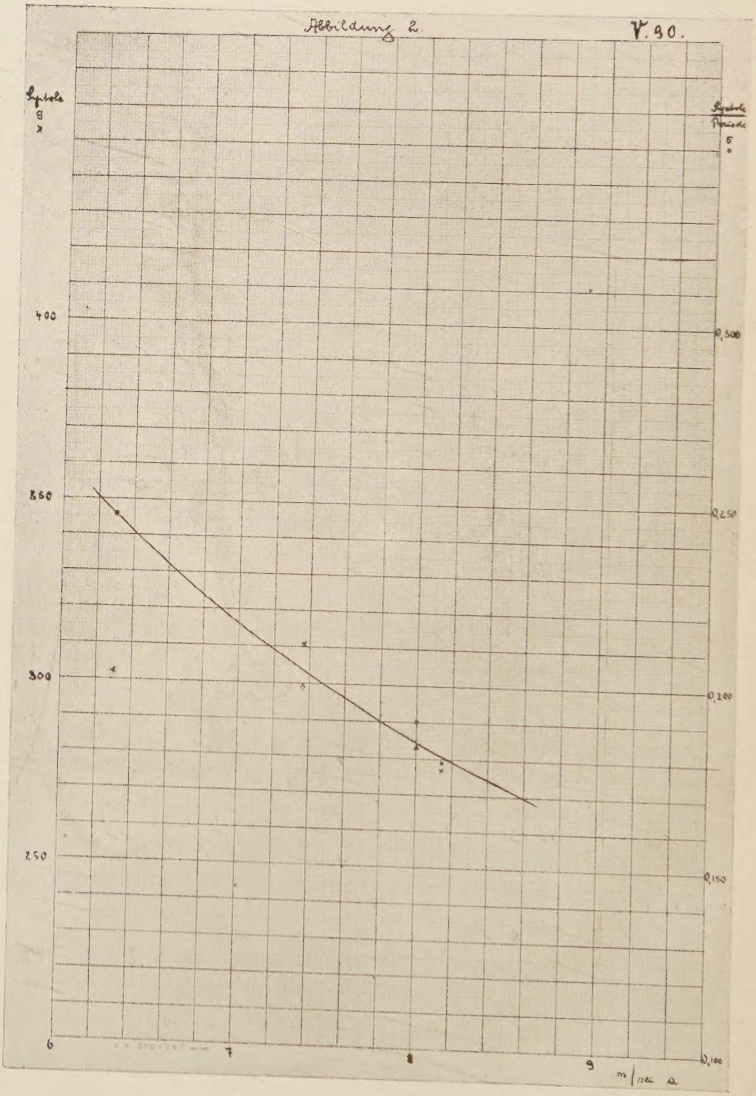
Den analogen Versuch mit Sympatolgaben an der gleichen Versuchsperson weist Tabelle 2 aus. Auch hier geht mit dem Anstieg der Wellengeschwindigkeit und des Blutdrucks eine Abnahme der Systolendauer, eine Zunahme der Pulsdauer und eine Verkleinerung des Quotienten $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ einher. Ebenfalls fällt das Minimum dieses Quotienten mit den Maximalwerten der Blutdruckamplitude zusammen. Aus äußeren technischen Gründen war in diesen Versuchen der Rückgang zu den Ausgangswerten nicht mehr verfolgt worden.

Der funktionelle Zusammenhang zwischen der Größe des Verhältnisses der Kontraktionsphasen des Herzens zu der ganzen Pulsdauer mit der Wellengeschwindigkeit, dem mittleren Blutdruck und der Blutdruckamplitude soll in weiteren Tabellen noch deutlicher zum Ausdruck kommen. In Tabelle 3 sind die Meßwerte des Sympatolversuches V 90 nach steigenden Werten der Wellengeschwindigkeit in der Aorta nochmals geordnet. Zur besseren Übersicht sind die einzelnen Werte durch Berechnung von Gruppenmittelwerten zusammengefaßt.

Tabelle 3.

1	2	3	4	5	6	7	8
V. N.	^{a} Aorta m/sec	Systole σ	Periode σ	$\frac{\text{Systole}}{\text{Periode}}$	R. R. mm Hg	p M mm Hg	Δ p mm Hg
1—2	6,30	302,2	1228	0,246	119/88	103	31
3	7,36	311,8	1564	0,199	160/116	138	44
4—5	8,00	283,0	1490	0,190	206/120	163	86
6—7	8,15	277,8	1554	0,179	180/114	147	66

Abbildung 2.


V. 90.
Lyrbole
Periode
400
350
300
250
0,300
0,250
0,200
0,150
0,100
6
7
8
9
m/sec a

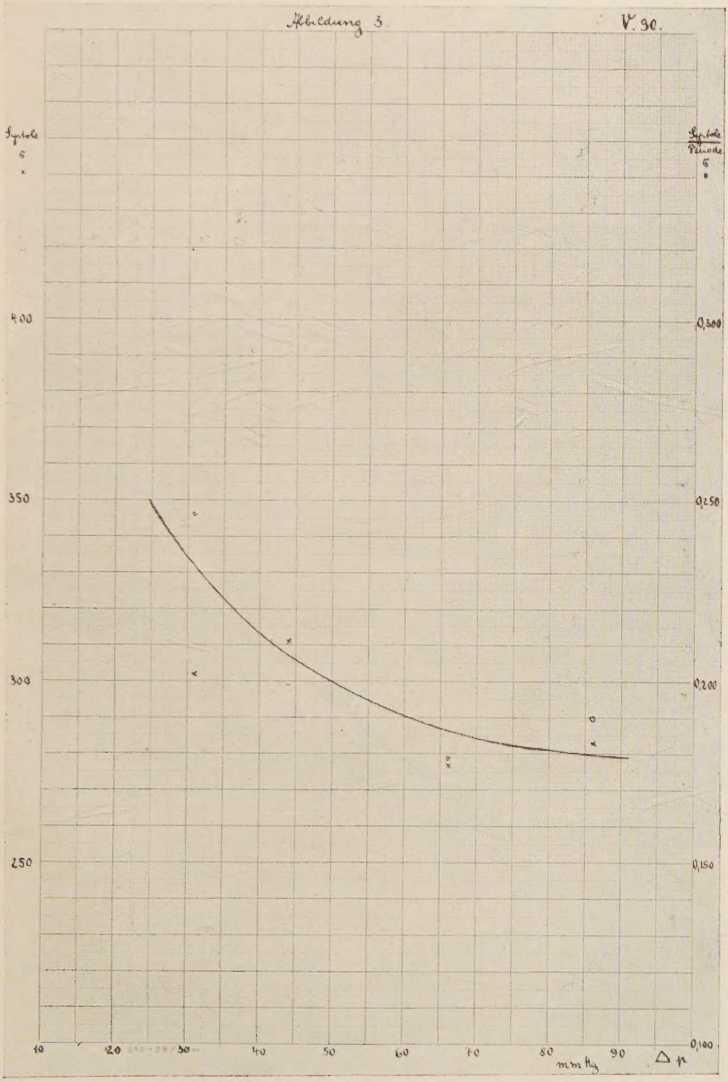


Abbildung 3.
V. 90.
Systole
5
Systole / Periode
5
400
350
300
250
0,300
0,250
0,200
0,150
0,100
10
20
30
40
50
60
70
80
90
mm Hg
Δ p

Die Abhängigkeit der Systolendauer und des Quotienten von der Wellengeschwindigkeit und damit vom Blutdruck geht aus der graphischen Darstellung Abbildung 2 hervor. Die analoge Abhängigkeit von der Blutdruckamplitude ist aus dem Diagramm 3 ersichtlich.

Tabelle 4.

1	2	3	4	5	6	7	8
V. N.	a Aorta m/sec	Systole σ	Periode σ	Systole / Periode	R. R. mm Hg	p M mm Hg	Δ p mm Hg
69/113	4,5—5,0	286,5	909,3	0,316	115/65	90	50
	5,1—5,5	297,4	1133,1	0,268	117/75	96	42
	5,6—6,0	296,5	988,0	0,309	122/81	101	41
	6,1—6,5	286,3	1030,1	0,281	124/73	98	51
	6,5—7,0	270,3	1129	0,239	136/96	116	40
	7,1—7,5	220,0	1038	0,211	148/80	114	68
	8,6—9,0	253,7	1130	0,225	168/116	142	52

In Tabelle 4 sind sämtliche Werte der Versuche 96 und 113 von der gleichen Person nach steigender Wellengeschwindigkeit in der Aorta nach Mittelwertsgruppen geordnet.

Auch hier kommt das wesentliche Ergebnis der Versuche klar zum Ausdruck, die Abnahme der Systolendauer und der Quotienten $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ mit steigender Wellengeschwindigkeit, weiterhin die Zuordnung der kleinsten Werte des Quotienten zu den höchsten Werten der Blutdruckamplitude Δ p.

Zusammenfassung.

1. Durch gleichzeitige Aufnahme des Subclavia- und Femoralispulses in Versuchen unter normalen Kreislaufbedingungen der Ruhe und unter der Wirkung von intravenösen Adrenalin- und Sympatolinjektionen am Menschen wurde die Abhängigkeit der Systolendauer, sowie des Quotienten $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ von der Wellengeschwindigkeit in der Aorta, dem Blutdruck und der Blutdruckamplitude untersucht.

2. Das Ergebnis ist grundsätzlich in den Adrenalin- und Sympatolversuchen das Gleiche.

3. Mit dem Anstieg der Wellengeschwindigkeit, beziehungsweise des Blutdrucks, geht unter Adrenalin- und Sympatolwirkung eine Verkürzung der Systolendauer und eine Verkleinerung des Quotienten $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ einher.

4. Besonders bemerkenswert ist die Feststellung, daß das Minimum des Verhältnisses $\frac{\text{Systolendauer}}{\text{Periodendauer}}$ mit dem Maximum der Blutdruckamplitude zusammenfällt.

Herrn Privat Dozent Dr. K. Wezler danke ich für die Überlassung des Themas und des Kurvenmaterials.

Literaturverzeichnis.

1. Hering, Blutdruckzügler.
2. E. Koch, Reflektorische Selbststeuerung des Blutdrucks.
3. W. R. Heß, Regulierung des Blutkreislaufs, Leipzig 1930.
4. K. Wezler, Klinische Wochenschrift Nr. 8, 1936.
5. A. Böger, Klinische Wochenschrift Nr. 8, 1936.
6. H. Rein, Zeitschrift für Biologie 92, 101, 1931.
7. K. Wezler, Zeitschrift für Biologie 96, 261, 1935.
8. K. Wezler, Zeitschrift für Biologie, Band 96, Seite 265, 1935.
   Zeitschrift für Kreislaufforschung 27. Jahrgang 1935.

Lebenslauf.

Ich bin am 2. November 1912 als Sohn des Apothekers Rudolf Springer und seiner Frau Angela, geb. Hadamitzky zu Miechowitz geboren. Nach 3 Jahren Vorschule und neunjährigem Besuch des Hindenburg-Gymnasiums zu Beuthen legte ich Ostern 1931 die Reifeprüfung ab. Ich studierte 4 Semester Medizin in München und bestand im Sommersemester 1933 das med. Vorexamen in Heidelberg. Das darauffolgende Semester studierte ich in München um im Sommersemester 1934 in Rostock zu studieren. Die vier letzten Semester studierte ich in München und legte da im Herbst 1936 das med. Staatsexamen ab.

Karl Heinz Springer.